

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

# Patentschrift

(10) DE 44 25 186 C1

(51) Int. Cl. 6:

H 01 M 8/06

H 01 M 8/04

G. 4911

(21) Aktenzeichen: P 44 25 186.6-45  
(22) Anmeldetag: 16. 7. 94  
(43) Offenlegungstag: —  
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 7. 3. 96

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:

MTU Motoren- und Turbinen-Union Friedrichshafen  
GmbH, 88045 Friedrichshafen, DE

(72) Erfinder:

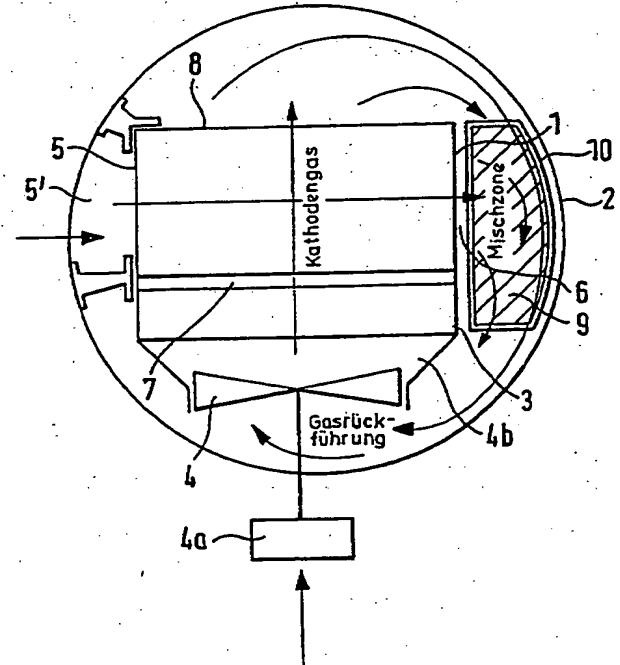
Huppmann, Gerhard, 83620 Feldkirchen-Westerham,  
DE; Kraus, Peter, 85598 Baldham, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 43 39 405 C1  
DE 33 33 378 A1

(54) Brennstoffzellenanordnung und Verfahren zum Betreiben einer Brennstoffzellenanordnung

(57) Es wird eine Brennstoffzellenanordnung und ein Verfahren zum Betreiben einer durch in einem Brennstoffzellenstapel (1) angeordneten Brennstoffzellen beschrieben, die einen Anodeneingang (5) zur Zuführung von Brenngas zu den Anoden der Brennstoffzellen, einen Anodenausgang (6) zur Abführung des verbrannten Brenngases von den Anoden, einen Kathodeneingang (7) zur Zuführung von Kathodengas zu den Kathoden der Brennstoffzellen und einen Kathoden- ausgang (8) zur Abführung des verbrauchten Kathodengases von den Kathoden aufweist, wobei das Brenngas dem Anodeneingang über eine gegen den Innenraum des Schutz- gehäuses (2) abdichtende Brenngaseinlaßeinrichtung (5') zugeführt wird. Gemäß der Erfindung wird das verbrauchte Kathodengas vom Kathodenausgang (8) in das Innere des Schutzgehäuses (2) abgegeben und zur Rückführung zum Kathodeneingang (7) im Inneren des Schutzgehäuses in Zirkulation versetzt, wobei das verbrannte Brenngas vom Anodenausgang (6) ebenfalls in das Innere des Schutzgehäuses (2) abgegeben und dem dort zirkulierenden Kathodengasstrom beigemischt wird, wobei ein Teil des im Inneren des Schutzgehäuses (2) zirkulierenden Gasgemisches durch von außen zugeführtes Frischgas ersetzt wird (Fig. 1a).



DE 44 25 186 C1

DE 44 25 186 C1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennstoffzellenanordnung und ein Verfahren zum Betreiben einer durch in einem Stapel angeordneten Brennstoffzellen gebildeten und von einem Schutzgehäuse umgebenen Brennstoffzellenanordnung mit einem Anodeneingang zur Zuführung von Brenngas zu den Anoden der Brennstoffzellen, einem Anodenausgang zur Abführung des verbrannten Brenngases von den Anoden, einem Kathodeneingang zur Zuführung von Kathodengas zu den Kathoden der Brennstoffzellen und einem Kathoden ausgang zur Abführung des verbrauchten Kathodengases von den Kathoden, wobei das Brenngas dem Anodeneingang über eine gegen den Innenraum des Schutz gehäuses abdichtende Brenngaseinlaßeinrichtung zugeführt wird. Eine derartige Einrichtung geht beispielsweise aus der DE 43 39 405 C1 als bekannt hervor.

Bei Brennstoffzellenanordnungen sind eine Anzahl von allgemein plattenförmigen Brennstoffzellen mit jeweils in einer ersten Richtung verlaufenden Kanälen für das Brenngas und jeweils in einer zweiten Richtung, senkrecht zur ersten Richtung angeordneten Kanälen für das Kathodengas in Form eines Stapsels derart angeordnet, daß an einer ersten Seite des Brennstoffzellenstapels ein Anodeneingang zur Zuführung von Brenngas zu den Anoden des Brennstoffzellenstapels, an der der ersten Seite gegenüberliegenden Seite ein Anodenausgang zur Abführung des verbrannten Brenngases von den Anoden, an einer zweiten Seite des Brennstoffzellenstapels ein Kathodeneingang zur Zuführung des Kathodengases zu den Kathoden des Brennstoffzellenstapels und an der der zweiten Seite gegenüberliegenden Seite ein Kathoden ausgang zur Abführung des verbrauchten Kathodengases von den Kathoden gebildet wird. Bei Hochtemperaturbrennstoffzellen, wie bei Brennstoffzellen mit Alkalikarbonat-Schmelzelektrolyten (MCFC-Zellen) besteht eine Schwierigkeit in der gasdichten und zugleich elektrisch isolierenden Ausbildung von den hohen Betriebstemperaturen sowie den starken Temperaturschwankungen bei der Inbetriebnahme und Außerbetriebssetzung der Brennstoffzellenanordnung standhaltenden Zuführungen und Abführungen für das Brenngas und das Kathodengas des Brennstoffzellenstapels. Undichte Gaszu- und -abführungen können zu Leckagen führen, womit z. B. die Gefahr von Deflagrationen verbunden ist.

Bei Brennstoffzellenanordnungen bekannter Art sind Gasverteiler als Gaseinlaßeinrichtungen und Gasauslaßeinrichtungen für das Brenngas und das Kathodengas zu den und von den Eingängen und Ausgängen der Anoden bzw. Kathoden entweder im Zellenstapel integriert oder von außen an dem Zellenstapel angebracht. Bei Brennstoffzellenanordnungen mit externen Gasverteilern sind diese herkömmlicherweise als haubenförmige Gaseinlaß- und Gasauslaßeinrichtungen an den vier Seiten des Brennstoffzellenstapels angeordnet. Die dadurch gebildete Anordnung ist außen mit einer Wärmeisolierung versehen und insgesamt in ein Schutzgehäuse eingebaut. Die Anschlüsse der Gasverteiler sind als Rohrleitungen mit zwischengeschalteten Ausgleichsbalgen durch die Wand des Schutzgehäuses geführt und an externe Einheiten und Aggregate angeschlossen. Hiermit sind eine Anzahl von Nachteilen verbunden. Dies sind: eine komplizierte Gasführung zwischen Brennstoffzellenanordnung und den externen Aggregaten und Einheiten, viele Schnittstellen und Rohrverbindungen, hohe Strömungswiderstände in den Rohrverbindungen

und ein hoher Aufwand zur Abdichtung und elektrischen Isolierung zwischen dem Zellenstapel und den vier Gashauben unter den Bedingungen hoher Temperaturen und Temperaturänderungen, entsprechender thermischer Verformungen und hoher elektrischer Gleichspannung.

Aus der DE 33 33 378 A1 geht ein Brennstoffzellensystem als bekannt hervor, bei dem ein Brennstoffzellenstapel und die an den Seiten des Brennstoffzellenstapels angeordneten Verteiler innerhalb eines Druckgefäßes untergebracht sind. In das Druckgefäß wird ein Inertgas eingeleitet, dessen Druckniveau höher als das Druckniveau der Reaktionsgase ist. Auf diese Weise wird der Übertritt von Reaktionsgasen aus den Verteilern heraus vermieden.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Brennstoffzellenanordnung und ein Verfahren zum Betreiben einer Brennstoffzellenanordnung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei denen die Schwierigkeiten im Zusammenhang mit der Abdichtung der Eingänge und Ausgänge der Anoden und Kathoden des Brennstoffzellenstapels weitgehend vermieden werden.

Diese Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch in den Hauptansprüchen angegebene Brennstoffzellenanordnung und Verfahren gelöst.

Ein wesentlicher Vorteil bei der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß der Kathodengasstrom im Innenraum des thermisch isolierten Schutzgehäuses frei zirkuliert und der Anodenabgasstrom frei in diesen ausströmt, wodurch drei der vier gegen den Brennstoffzellenstapel abzudichtenden Gasverteiler entfallen können; lediglich der Gasverteiler auf der Anodeneingangsseite bleibt bestehen. Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß durch das freie Ausströmen des Anodenabgasstroms in den in dem Schutzgehäuse zirkulierenden Kathodengasstrom jedwede schädliche Druckunterschiede zwischen dem Brenngas und dem Kathodengas vermieden werden.

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren.

In den Figuren zeigen:

Fig. 1a in der Draufsicht einen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer Brennstoffzellenanordnung mit vertikaler Anordnung der Brennstoffzellenstapel, bei der Brennstoffzellenanordnung und Verfahren nach der vorliegenden Erfindung verwirklicht werden;

Fig. 1b eine Frontansicht der in Fig. 1a gezeigten Brennstoffzellenanordnung;

Fig. 2a eine Brennstoffzellenanordnung entsprechend Fig. 1 in horizontaler Anordnung,

Fig. 2b eine Frontansicht der Anordnung gemäß Fig. 2a und

Fig. 3 eine Draufsicht im Schnitt durch eine Brennstoffzellenanordnung herkömmlicher Art.

Zunächst soll anhand von Fig. 3 eine herkömmliche Anordnung von in einem Stapel angeordneten Brennstoffzellen mit jeweiligen an den Eingängen und Ausgängen der Anoden und Kathoden der Brennstoffzellen angeordneten Gaseinlaß- und -auslaßverteilern beschrieben werden.

In Fig. 3 ist eine durch einen Stapel von Brennstoffzellen gebildete Brennstoffzellenanordnung 1 von einem Schutzgehäuse 2 umgeben. Die Brennstoffzellenanordnung 1 verfügt über einen Anodeneingang 5 zur Zuführung von Brenngas zu den Anoden des Brennstoffstapels auf der linken Seite der Brennstoffzellenanordnung 1, einen Anodenausgang 6 zur Abführung des

verbrannten Brenngases von den Anoden auf der rechten Seite des Brennstoffzellenstapels, einen Kathoden eingang 7 zur Zuführung von Kathodengas zu den Kathoden des Brennstoffzellenstapels auf der vorderen Seite desselben, sowie einen Kathodenausgang 8 zur Abführung des verbrauchten Kathodengases von den Kathoden auf der Rückseite des Brennstoffzellenstapels. Zur Zuführung und Abführung des Brenngases und des Kathodengases zu und von den jeweiligen Eingängen und Ausgängen der Anoden und Kathoden sind über den Anodeneingang 5 eine Brenngaseinlaßhaube 5', über dem Anodenausgang 6 eine Brenngasauslaßhaube 6', über dem Kathodeneingang 7 eine Kathoden gaseinlaßhaube 7' und über dem Kathodenausgang 8 eine Kathodengasauslaßhaube 8' angeordnet, die jeweils gegen den Brennstoffzellenstapel abgedichtet sind. Die Zuführungen und Abführungen zu diesen Gas einlaß- und Gasauslaßhauben sind in einer in Fig. 3 nicht näher dargestellten Weise über Ausgleichsbalgen zur Kompensation der Längenausdehnungen aufgrund der Temperaturunterschiede durch das Schutzgehäuse 2 nach außen geführt.

Über die Zuführung zu der Brenngaseinlaßhaube 5' wird von einer in der Fig. 3 nicht gezeigten Gasversorgungseinheit das Brenngas dem Anodeneingang 5 zuge führt. Das Kathodengas wird dem Kathodeneingang von einem Heißgasgebläse 10 zugeführt. Von dem dem Kathodeneingang 7 gegenüberliegenden Kathodenausgang 8 wird das verbrauchte Kathodengas abgeführt und diesem in einem Anodengasmischer 9 das von dem dem Anodeneingang 5 gegenüberliegenden Anodenausgang 6 abgeführte verbrannte Brenngas als Anodenabgas beigemischt. Der Strom des Kathodenabgases mit dem beigemischten Anodenabgas wird zunächst durch einen katalytischen Brenner 3a und dann einen Wärmetauscher 3b zur Auskoppelung der Nutzwärme geführt. Der Ausgang des Wärmetauschers 3b ist mit dem Eingang des Heißgasgebläses 10 verbunden, so daß der Kreislauf für den Kathodengasstrom geschlossen wird. Nach dem Wärmetauscher 3b wird dem Kathodengasstrom über eine Abgasklappe das überschüssige Kathodenabgas entnommen und durch über ein Frischluftgebläse 11 zugeführte Frischluft ersetzt.

Die Gaseinlaß- und Gasauslaßhauben 5', 6', 7' und 8' sind jeweils gegen den Innenraum des Schutzgehäuses 2 abgedichtet. Jede dieser Abdichtungen muß in der Lage sein, einerseits die auftretenden hohen Temperaturen und Temperaturänderungen auszuhalten bei gleichzeitiger elektrischer Isolierung gegen die an den Brennstoffzellen anliegenden hohen Gleichspannungen.

Bei der in Fig. 1a dargestellten erfundungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung ist der Brennstoffzellenstapel 1 wiederum von einem Schutzgehäuse 2 umgeben. An dem Anodeneingang 5 ist eine Brenngaseinlaßeinrichtung 5' ähnlich der Gaseinlaßeinrichtung 5' bei der in Fig. 2 gezeigten herkömmlichen Brennstoffzellenanordnung vorgesehen. Über diese Brenngaseinlaßeinrichtung 5' wird das durch das Schutzgehäuse 5 zugeführte Brenngas dem Anodeneingang der Brennstoffzellen zugeführt. Anders als bei der herkömmlichen Anordnung öffnen sich jedoch sowohl der Anodenausgang 6 des Brennstoffzellenstapels zur Abgabe des verbrannten Brenngases als auch der Kathodenausgang 8 des Brennstoffzellenstapels zur Abgabe des verbrauchten Kathodengases in das Innere des Schutzgehäuses 2. Im Inneren des Schutzgehäuses 2 ist auch eine Gebläseeinrichtung 4 vorgesehen, durch die das Kathodengas zur Rückführung zum Kathodeneingang 7 des Brennstoff-

zellenstapels im Inneren des Schutzgehäuses in Zirkulation versetzt wird. Da sich der Anodenausgang 6 in das Innere des Schutzgehäuses 2 öffnet, wird das verbrannte Brenngas dem im Inneren des Schutzgehäuses 2 zirkulierenden Kathodengasstrom beigemischt. Ein Teil des im Inneren des Schutzgehäuses 2 zirkulierenden Gasgemachs wird durch von außen zugeführtes Frischgas ersetzt, das in einer später noch genauer zu beschreibenden Weise im Bereich des Kathodeneingangs 7 zugeführt wird.

Erfundungsgemäß wird somit das verbrauchte Kathodengas vom Kathodenausgang 8 in das Innere des Schutzgehäuses 2 abgegeben und zur Rückführung zum Kathodeneingang 7 im Inneren des Schutzgehäuses in Zirkulation versetzt, wobei das verbrannte Brenngas vom Anodenausgang 6 ebenfalls in das Innere des Schutzgehäuses abgegeben und dem dort zirkulierenden Kathodengasstrom beigemischt wird, wobei ein Teil dieses im Inneren des Schutzgehäuses zirkulierenden Gasgemachs durch von außen zugeführtes Frischgas ersetzt wird. Bei Bedarf kann in der Mischzone 9 des Anodenabgases mit dem Kathodenabgas eine katalytische Verbrennungseinheit 10 vorgesehen werden.

Vor dem Kathodeneingang 7 ist ein Wärmetauscher 3 angeordnet, der dazu dient, die Nutzwärme aus dem zirkulierenden Kathodengasstrom auszukoppeln. Dieser Wärmetauscher 3 ist an seiner Ausgangsseite unter Abdichtung gegen den Innenraum des Schutzgehäuses 2 mit dem Kathodeneingang 7 des Brennstoffzellenstapels 1 gekoppelt. Die dem im Inneren des Wärmetauschers 2 zirkulierenden Gasgemisch ausgesetzte Oberfläche des Wärmetauschers 3 kann mit einer katalytischen Beschichtung versehen sein, durch die die brennbaren Restbestandteile des dem zirkulierenden Kathodengas beigemischten Anodengases katalytisch verbrannt werden.

Die Gebläseeinrichtung 4, die zum Beispiel durch übliche Axialgebläse mit Luftstutzen 4b gebildet sein kann, verfügt über einen außerhalb des Schutzgehäuses 2 angeordneten Antrieb 4a, der mit der Gebläseeinrichtung 4 (dem Gebläserotor) über eine durch das Schutzgehäuse 2 geführte Antriebswelle gekoppelt ist. Diese Antriebswelle ist so ausgebildet, daß das Frischgas über die Antriebswelle zugefügt und die Welle und deren Lagerung sowie auch die Gebläseeinrichtung 4 dadurch gekühlt wird. Bei entsprechender hochtemperaturfester Ausbildung kann sich der Antrieb auch innerhalb des Schutzgehäuses befinden. Das überschüssige Abgas wird durch eine in der Figur nicht eigens dargestellte Überdruckklappe aus dem Schutzgehäuse 2 entfernt.

Fig. 1b zeigt in der Frontansicht der in Fig. 1a gezeigten Brennstoffzellenanordnung, daß bei dem Ausführungsbeispiel die Gebläseeinrichtung 4 durch zwei übereinander angeordnete Axialgebläse gebildet ist, wobei die beiden Axialgebläse jeweils durch die genannten Luftstutzen 4b mit der Eingangsseite des Wärmetauschers 3 gekoppelt sind.

Der Wärmetauscher 3 ist typischerweise unter Zwischenschaltung von in der Figur nicht eigens dargestellten Isolierbuchsen direkt an den oberen und unteren Endplatten des Brennstoffzellenstapels 1 angebracht. Die Abdichtung des umlaufenden Spaltes zwischen Wärmetauscher und Brennstoffzellenstapel kann zum Beispiel durch eine lose anliegende Weichdichtung, vorzugsweise eine Bürste aus Glas- oder Keramikfasern erfolgen. An die Dichtigkeit dieser Anordnung sind keine hohen Anforderungen gestellt.

Durch die vorliegende Erfahrung wird eine Brenn-

stoffzellenanordnung geschaffen, bei der drei der vier Gaseinlaß- und Gasauslaßhauben und die zugehörigen elektrisch isolierenden Dichtungen entfallen können. Aufgrund der großen Umwälzquerschnitte und Vermeidung von Rohrleitungen ergeben sich niedrigste Strömungswiderstände, so daß die Verluste minimal sind. Durch die gute Durchmischung von verbranntem Anodengas und verbrauchtem Kathodengas sind Brenngasansammlungen unmöglich, die bei der herkömmlichen Anordnung aufgrund von Undichtigkeiten entstehen können. Da lediglich die Anodeneingangsseite mit einer Gaseinlaßhaube gekoppelt ist, sind auf drei Seiten des Brennstoffzellenstapels große Toleranzen zulässig, so daß mechanische Passungsprobleme und verformungsbedingte Verschiebungen zwischen den Gaseinlaß- und Gasauslaßhauben und dem Brennstoffzellenstapel wegfallen. Durch geringstmögliche Temperaturunterschiede in der Anordnung werden Wärmespannungen vermieden.

## Patentansprüche

1. Brennstoffzellenanordnung mit Brennstoffzellen, die einem Stapel (1) angeordnet und von einem Schutzgehäuse (2) umgeben sind, mit einem Anodeneingang (5) zur Zuführung von Brenngas zu den Anoden der Brennstoffzellen, einem Anodenausgang (6) zur Abführung des verbrannten Brenngases von den Anoden, einem Kathodeneingang (7) zur Zuführung von Kathodengas zu den Kathoden der Brennstoffzellen und einem Kathodenausgang (8) zur Abführung des verbrauchten Kathodengases von den Kathoden, sowie mit einer gegen den Innenraum des Schutzgehäuses (2) abdichtenden Brenngaseinlaßeinrichtung (5') zur Zuführung des Brenngases zu dem Anodeneingang (5), dadurch gekennzeichnet, daß sich der Kathodenausgang (8) des Brennstoffzellenstapels zur Abgabe des verbrauchten Kathodengases in das Innere des Schutzgehäuses (2) öffnet, daß im Inneren des Schutzgehäuses (2) eine Gebläseeinrichtung (4) vorgesehen ist, durch die das Kathodengas zur Rückführung zum Kathodeneingang (7) des Brennstoffzellenstapels im Inneren des Schutzgehäuses (2) in Zirkulation versetzt wird, daß sich der Anodenausgang (6) des Brennstoffzellenstapels zur Abgabe des verbrannten Anodengases in das Innere des Schutzgehäuses (2) öffnet, so daß das verbrauchte Anodengas dem im Inneren des Schutzgehäuses (2) zirkulierenden Kathodengasstrom beigemischt wird, und daß Mittel, durch die ein Teil des im Inneren des Schutzgehäuses (2) zirkulierenden Gasgemisches durch von außen zugeführtes Frischgas ersetzt wird, vorhanden sind.
2. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Inneren des Schutzgehäuses (2) ein Wärmetauscher (3) zur Auskoppelung von Nutzwärme aus dem zirkulierenden Kathodengasstrom vorgesehen ist.
3. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher (3) vor dem Kathodeneingang (7) des Brennstoffzellenstapels angeordnet ist.
4. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Raum zwischen der Ausgangsseite des Wärmetauschers (3) und dem Kathodeneingang gegen das Innere des Schutzgehäuses (2) abgedichtet ist.

5. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur katalytischen Verbrennung von brennbaren Restbestandteilen des dem zirkulierenden Kathodengasstrom beigemischten Anodengases vorgesehen sind.

6. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur katalytischen Verbrennung durch eine katalytische Beschichtung der dem zirkulierenden Gasgemisch ausgesetzten Oberfläche des Wärmetauschers (3) gebildet sind.

7. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Gebläseeinrichtung (4) einen außerhalb des Schutzgehäuses (2) angeordneten Antrieb (4a) aufweist, der mit der Gebläseeinrichtung (4) über eine durch das Schutzgehäuse (2) geführte Antriebswelle gekoppelt ist, welche so ausgebildet ist, daß die Zufuhr des Frischgases über die Antriebswelle zu deren Kühlung erfolgt.

8. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Überdruckklappe zur Abgabe des überschüssigen Abgases aus dem Schutzgehäuse (2) vorgesehen ist.

9. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher (3) an oberen und unteren Endplatten des Brennstoffzellenstapels (1) befestigt ist.

10. Brennstoffzellenanordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Wärmetauscher (3) und Brennstoffzellenstapel (1) ein umlaufender Spalt vorgesehen ist, der durch eine umlaufende Dichtung abgedichtet ist.

11. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdichtung durch eine Bürste oder Glas- oder Keramikfasern gebildet ist.

12. Verfahren zum Betreiben einer durch in einem Stapel (1) angeordneten Brennstoffzellen gebildeten und von einem Schutzgehäuse (2) umgebenen Brennstoffzellenanordnung mit einem Anodeneingang (5) zur Zuführung von Brenngas zu den Anoden der Brennstoffzellen, einem Anodenausgang (6) zur Abführung des verbrannten Brenngases von den Anoden, einem Kathodeneingang (7) zur Zuführung von Kathodengas zu den Kathoden der Brennstoffzellen und einem Kathodenausgang (8) zur Abführung des verbrauchten Kathodengases von den Kathoden, wobei das Brenngas dem Anodeneingang (5) über eine gegen den Innenraum des Schutzgehäuses (2) abdichtende Brenngaseinlaßeinrichtung (5') zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das verbrauchte Kathodengas vom Kathodenausgang (8) in das Innere des Schutzgehäuses (2) abgegeben und zur Rückführung zum Kathodeneingang (7) im Inneren des Schutzgehäuses in Zirkulation versetzt wird, daß das verbrannte Brenngas vom Anodenausgang (6) in das Innere des Schutzgehäuses (2) abgegeben und dem im Inneren des Schutzgehäuses (2) zirkulierenden Kathodengasstrom beigemischt wird, und daß ein Teil des im Inneren des Schutzgehäuses (2) zirkulierenden Gasgemisches durch von außen zugeführtes Frischgas ersetzt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Frischgas im Bereich des Kathodeneingangs (7) zugeführt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Kathodengas durch eine im Inneren des Schutzgehäuses (2) angeordnete Gebläseeinrichtung (4) in Zirkulation versetzt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 12, 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß das zirkulierende Kathodengas zur Auskopplung von Nutzwärme durch einen Wärmetauscher (3) geführt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 12, 13, 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß das zirkulierende Kathodengas zur Verbrennung von brennbaren Restbestandteilen des beigemischten Anodengases durch eine katalytische Verbrennungseinrichtung geführt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die katalytische Verbrennung im Wärmetauscher (3) durchgeführt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

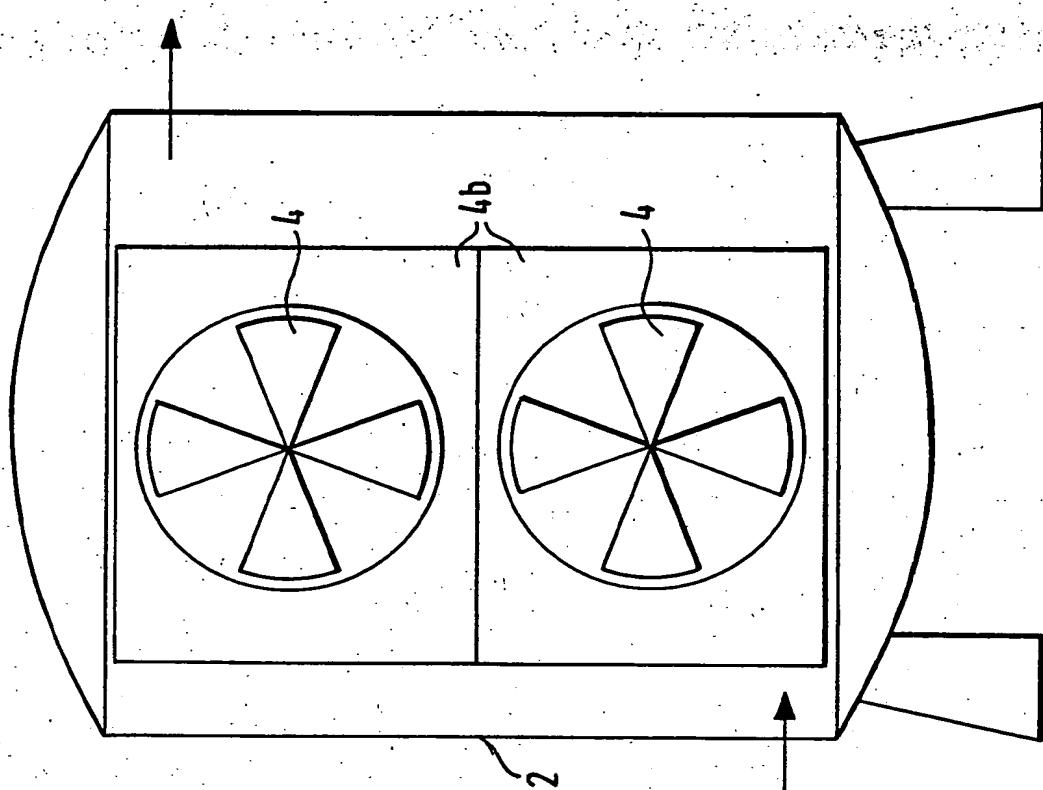


FIG. 1b

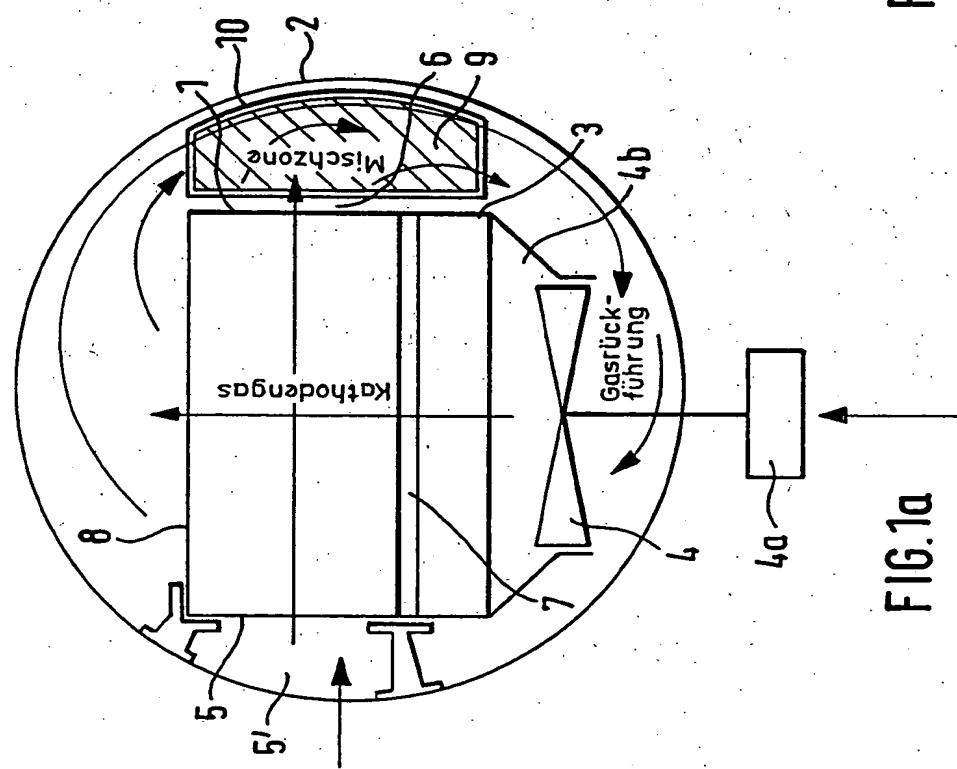


FIG. 1a

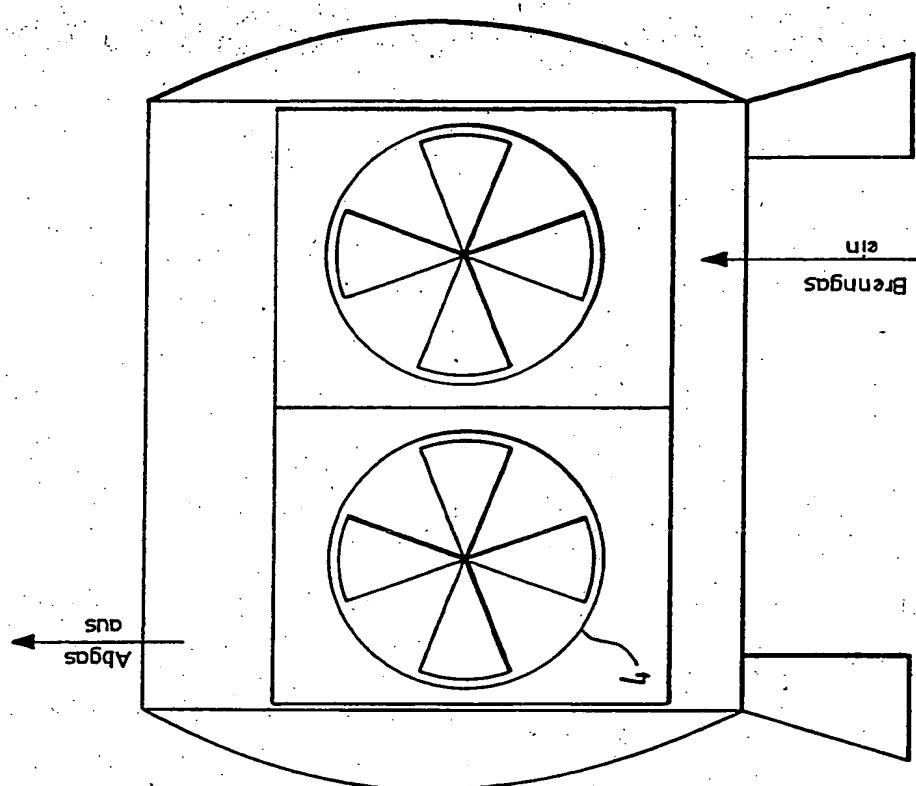


FIG. 2b

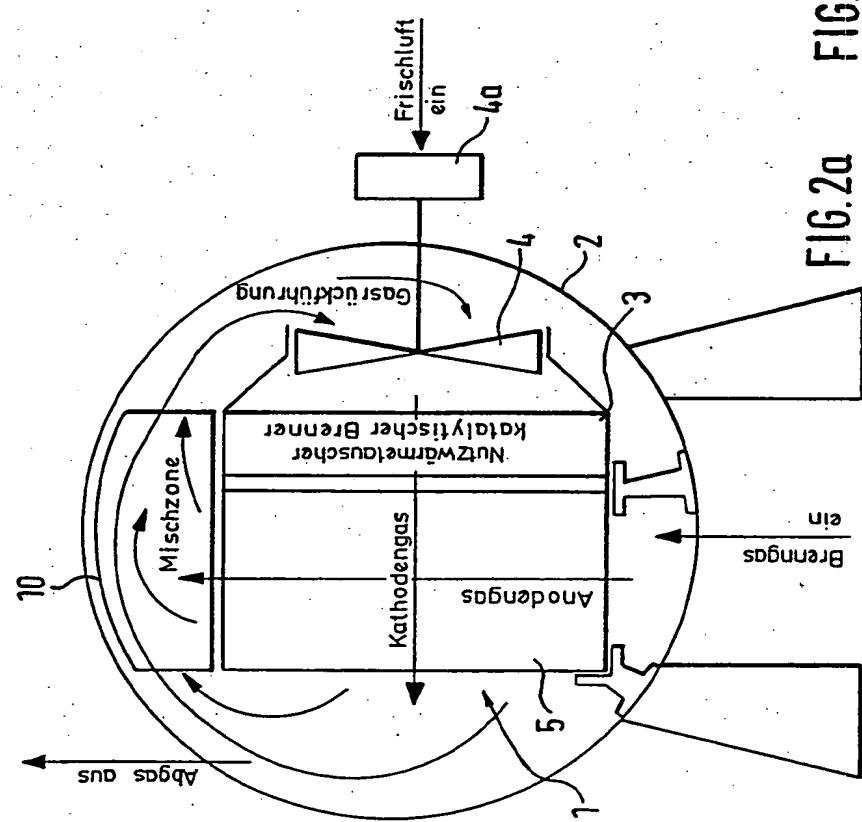


FIG. 2a

